

Опыт эксплуатационного персонала ТЭС, где установлены аппараты с ПВТ, подтверждают результаты промышленных испытаний.

Решение вопроса о целесообразности применения ПВТ в конкретных теплообменных аппаратах ПТУ должно приниматься только на основе технико-экономического анализа для всей турбоустановки в целом.

Представленные в данной статье исследования проводились в рамках выполнения НИОКР по заданию Министерства образования и науки РФ, тема «Повышение эффективности и надежности теплообменного оборудования энергопотребляющих и энергогенерирующих установок».

УДК 621.928.3

Замалиева А. Т.¹, Зиганшин М. Г.²
ООО «Газпром трансгаз Казань»¹, КГАСУ²(г. Казань)
Albina-0587@rambler.ru¹, mjihan@mail.ru²

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИКЛОННЫХ УСТРОЙСТВ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

Одна из наиболее актуальных современных проблем – локальные загрязнения атмосферы промышленными выбросами. Чтобы пылегазовые загрязнители выбросов, накапливаясь в атмосфере, не создавали концентраций сверх предельно допустимых, производится двух- или многоступенчатая очистка выбросов в газоочистных устройствах [1].

В данной работе рассматривается эффективность обработки промышленных выбросов при помощи циклонного фильтра [2] – аппарата, совмещающего первичную и окончательную ступени улавливания взвешенных частиц.

Опытный образец элемента циклонного фильтрующего аппарата испытан на стенде по схеме (рис. 1).

Запыленный поток из контейнера поступал тангенциально в циклонный элемент 1. На фильтре 2 и стенках циклона происходило инерционное осаждение пыли, затем поток попадал в выходную трубу циклона. На входной фильтрующей вставке 2 улавливается около 75 % пыли, на стенках оседает 20 %, остатки задерживаются выходным фильтром из ткани Петрянова 7.

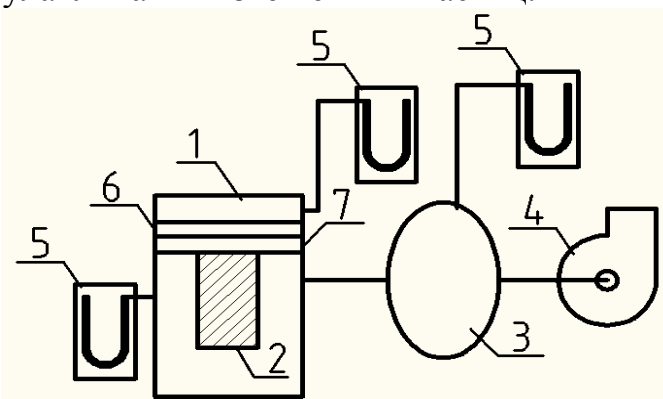


Рис. 1. Стенд для испытания фильтрующего циклонного сепаратора:

1 – циклон; 2 – тканевый фильтр; 3 – контейнер с пылью; 4 – нагнетатель; 5 – U-образные манометры; 6 – патрон с сеткой; 7 – ткань Петрянова

Дальнейшее совершенствование конструкции проводится на основе численного моделирования методами вычислительной гидродинамики (*Computational Fluid Dynamics*).

Построена численная 3d-модель циклона ЦН-15 диаметром 500 мм. В соответствии с рекомендациями [3, 4] принята модель осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса (*Reynolds-Averaged Navier-Stokes equation, RANS*), при исходном ламинарном течении. Использование осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса требует намного меньше вычислительных ресурсов по сравнению с другими моделями. В рамках *RANS* моделируется вклад в среднее движение всех масштабов турбулентности. Для определения скорости и давления потока по сечениям циклона проведены расчеты при входной скорости потока от 3,5 до 20 м/с. Снижение скорости происходит около стенок циклона. Максимум значения скорости наблюдается на выходном сечении. На рис. 2–4 представлены эпюры скорости и давления в продольном сечении модели при скорости 3,5 м/с и показаны расположения поперечных сечений.

Сечение 1–1 – это кольцевая зона в продольном сечении циклона, 2–2 – поперечное сечение на входе циклона; 3–3 – поперечное сечение на выходе потока из кольцевой зоны циклона.

После тангенциального входа поток газа приобретает в корпусе циклона осесимметричное винтовое движение вниз. После кольцевой зоны вертикальная составляющая скорости потока вблизи стенки корпуса при перемещении вниз начинает уменьшаться из-за роста давления в сужающейся конической части циклона.

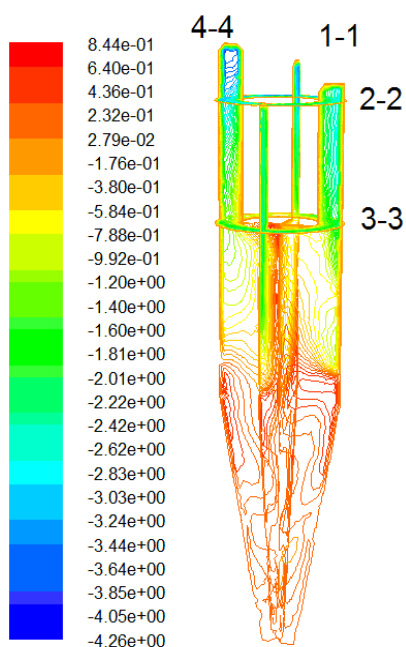


Рис. 2. Распределение тангенциальной скорости потока в пределах кольцевой зоны циклона

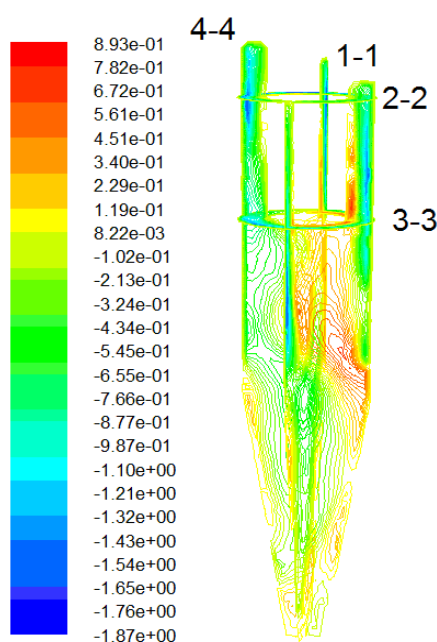


Рис. 3. Распределение осевой скорости потока в пределах кольцевой зоны циклона

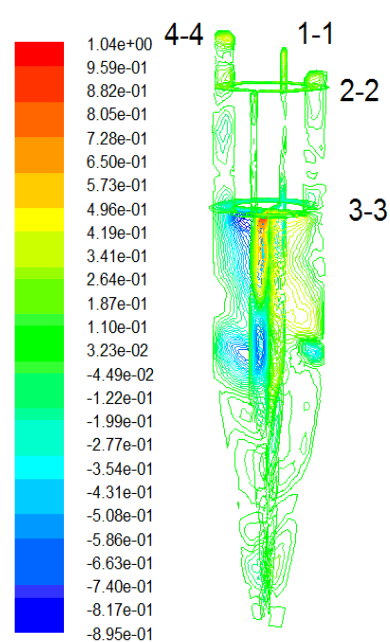


Рис. 4. Распределение радиальной скорости

На рис. 5 представлены изменения тангенциальных составляющих скоростей и статического давления в нескольких поперечных сечениях циклона.

Во всех сечениях в периферийной части потока наблюдается увеличение тангенциальной составляющей скорости по радиусу по мере удаления от стенок циклона. Давление падает по радиусу к центру циклона, достигая минимума на оси вращения. По результатам расчетов можно с достаточной для практических целей точностью определить разрежение, которое устанавливается в пылесборном бункере циклона.

На периферии циклона профили тангенциальной скорости накладываются, а при приближении к выходному отверстию – расходятся.

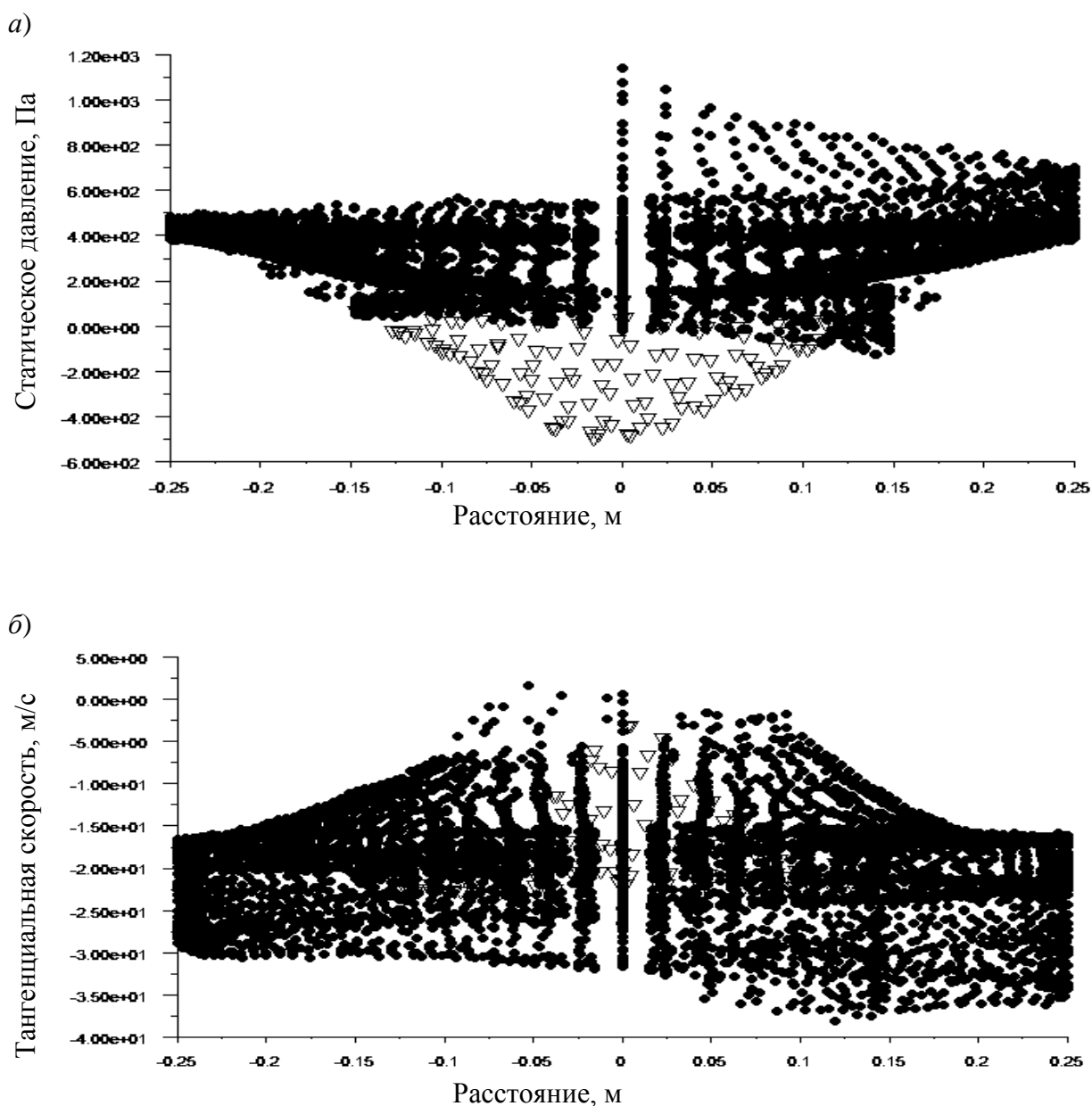


Рис. 5. Изменение статического давления а) и тангенциальной скорости б) внутри циклона. Значками ∇ , \bullet обозначены физические параметры соответственно во входной и центральной частях циклона

Внедрение разработки позволит достичь увеличения пропускной способности очистных аппаратов в 4 раза при повышении качества очистки газа, которое выражается в уменьшении размера частиц, улавливаемых на 50 % (диаметра отсекаания), со средних для циклонов значений 5–10 мкм до 0,4 мкм. Указанное улучшение качества очистки не требует дополнительных затрат энергии, что является одним из преимуществ перед аналогами: в существующих конструкциях циклонов уменьшение диаметра отсекаания на 0,1 мкм после 1 мкм требует не менее чем 15 %-го увеличения затрат энергии. В предлагаемом проекте затраты энергии, связанные с увеличением оптимальной скорости обработки потока с 2–5 м/с до 20 м/с, обеспечивают рост производительности единицы оборудования. При этом практически устраняется проблема абразивного износа корпуса.

Список литературы

1. Ватин Н. И., Стрелец К. И. Очистка воздуха при помощи аппаратов типа циклон. СПб. : СПбГТУ, 2003. 65 с.
2. Циклон-фильтр: пат. 2361678 РФ / Зиганшин М. Г., Алещенко И. С., Павлов Л. В., Зиганшин А. М., опубл. 20.07.2009. Бюл. № 20.
3. Hoffmann A. and Stein L. Gas Cyclones and Swirl Tubes. Berlin, Heidelberg, N. Y. : Springer-Verlag, 2002. 422 p.
4. Волков К. Н., Емельянов В. Н. Моделирование крупных вихрей в расчетах турбулентных течений. М. : Физматлит, 2008. 368 с.

УДК 622.7

Запарнюк М. Н., Нешпоренко Е. Г.
Магнитогорский государственный технический университет
mixaz@list.ru, neshporenkoeg@mail.ru

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СИДЕРИТОВЫХ РУД

Современные предприятия черной металлургии, базирующиеся на аглококсодоменной технологии, всё больше сталкиваются с проблемой нехватки железорудных и энергетических ресурсов. Существующие руды, альтернативные классическим железным рудам, такие как сидеритовые и титаномагнетитовые, по своим физико-химическим характеристикам не могут быть широко введены в действующее металлургическое предприятие.

В настоящее время разными научными группами ведутся активные исследования в области переработки сидеритовой руды, запасы которой, например, только в Челябинской области составляют около 1 млрд т. Руда представляет собой сложный комплекс минералов, в основной состав которого входят соединения железа и магния, как правило, в виде карбонатов.

Одним из способов обогащения сидеритовой руды является её обжиг, который реализуют в шахтных печах с применением природного газа (ПГ) при